



(10) **DE 10 2009 053 901 B3** 2011.04.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 053 901.8**
(22) Anmeldetag: **20.11.2009**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.04.2011**

(51) Int Cl.: **F15B 11/08 (2006.01)**
H01H 33/34 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
ABB Technology AG, Zürich, CH

(74) Vertreter:
**Petzoldt, S., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 64646
Heppenheim**

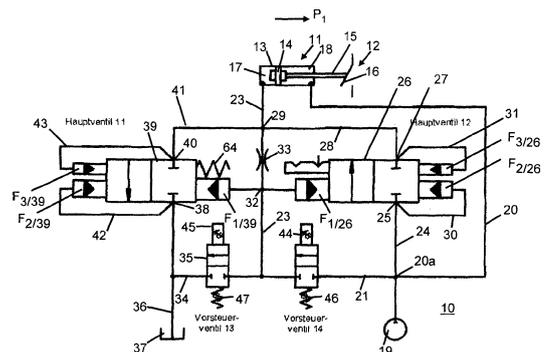
(72) Erfinder:
**Schmidt, Matthias, Dipl.-Ing., 52062 Aachen, DE;
Körber, Franz-Josef, Dipl.-Ing., 63674 Altenstadt,
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 201 16 920 U1

(54) Bezeichnung: **Ventilanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Ventilsystem zur Betätigung des Kolbens (14) einer Kolben-Zylinderanordnung (11) für eine hydraulische oder fluidische Vorrichtung, insbesondere für die Betätigung der Kolben-Zylinderanordnung zur Betätigung des beweglichen Kontaktstückes (16) eines Hochspannungsleistungsschalters (12), mit einer zwei als Hauptventile dienende 2/2-Wegeventile (26, 26a; 39) umfassenden Hauptstandventilanordnung, die von einer Vorsteuerventilanordnung (22, 35) ansteuerbar ist und einen Weg für das unter Hochdruck stehende Fluid dem Raum (17) oberhalb des Kolbens (14) zusteuert und diesen Raum mit einem Niederdrucktank (37) zur Entlastung des Raumes (17) oberhalb des Kolbens (14) verbindet. Der Hauptsteuerventilanordnung (26, 26a; 39) sind zwei die Vorsteuerventilanordnung bildende 2/2-Wegeventile (22, 35) zugeordnet, dergestalt, dass die 2/2-Wegeventile an die Hauptsteuerventilanordnung (26, 26a; 39) entweder einen Steuerdruck, der sich auf Hochdruck befindet, oder einen Steuerdruck, der sich auf Niederdruck befindet, zusteuern bzw. liefern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung oder Ventilsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine gattungsgemäße Ventilanordnung ist aus der DE 201 16 920 U1 bekannt geworden. Derartige Ventilanordnungen werden eingesetzt, um Kolben-Zylinderanordnungen anzusteuern, bei denen sich innerhalb eines Zylinderraumes ein Kolben befindet, an dessen einer Seitenfläche ein Ende einer Kolbenstange angeschlossen ist, die aus dem Zylinderraum ausfahrbar und in diesen einziehbar ist. Auf der Seite des Kolbens, an der die Kolbenstange anschließt, befindet sich der Raum unterhalb des Kolbens, wogegen auf der anderen Seite des Kolbens der Raum oberhalb des Kolbens angeordnet ist. Damit ist die Querschnittsfläche des Raumes oberhalb des Kolbens größer als die Querschnittsfläche unterhalb des Kolbens, weil bei letzterer die Querschnittsfläche der Kolbenstange zum Abzug kommt. Wenn den Räumen oberhalb und unterhalb des Kolbens Hochdruckfluid zugeführt wird, bewegt sich der Kolben in Richtung Ausfahren der Kolbenstange; wenn der Raum oberhalb des Kolbens entlastet wird, in dem dieser Raum und das darin befindliche Fluid mit einem auf Niederdruck befindlichen Vorratsbehälter, auch Niederdrucktank genannt, verbunden wird, bewegt sich der Kolben aufgrund des Hochdruckes im Raum unterhalb des Kolbens in die entgegengesetzte Richtung, so dass die Kolbenstange eingefahren wird.

[0003] Mit dieser Kolben-Zylinder-Anordnung können beispielsweise die beweglichen Kontaktstücke eines Hochspannungsleistungsschalters betätigt werden.

[0004] Natürlich können mit einer solchen Kolben-Zylinderanordnung auch andere Bauteile bewegt werden, wie zum Beispiel Kranarme, Schaufeln von Schaufelbaggern, und dergleichen.

[0005] Bei vielen Anwendungsfällen soll z. B. eine Umschaltung ohne Umsteuerverluste, d. h. wenn ein Volumenstrom während des Schaltvorganges vom Druckanschluss über beide Steuerkanten zum Niederdrucktank vermieden werden soll, erfolgen, so dass ein unterschiedlich großer Strömungswiderstand bzw. Volumenstrom je nach Schaltstellung, eine geringe Schaltzeit oder eine Betätigung mit einem geringen Vorsteuervolumen erreicht werden können.

[0006] Diese Forderungen können bei Einsatz eines 3/2-Wegeventiles jedoch häufig nur unzureichend oder mit hohem Herstellungsaufwand und hohen Herstellungskosten erfüllt werden. Kommen zwei 2/2-Wegeventile als Hauptsteuerventile zum Einsatz, muss bei einer Umschaltung zunächst das offene

Ventil geschlossen werden, bevor das geschlossene Ventil geöffnet wird, wenn ein Umsteuerverlust vermieden werden soll und wenn keine weiteren Maßnahmen getroffen werden. Hierzu sind aber bei vorgesteuerten Ventilen wenigstens zwei Vorsteuerventile mit einer geeigneten Ansteuerelektrik mit beispielsweise einer zeitverzögerten oder sensorgesteuerten Auslösung des zweiten Ventils erforderlich. Dies verursacht weitere hohe Kosten sowie eine unnötig große Verzögerung der Öffnung des zweiten 2/2-Wegeventils nach dem Schließen des ersten.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Ventilanordnung der Eingangs genannten Art weiter zu verbessern und zu vereinfachen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Ventilanordnung mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass mittels einer Ventilanordnung aus zwei handelsüblichen Vorsteuerventilen und zwei entsprechend ausgelegten 2/2-Wegeventilen als Hauptventile oder Hauptsteuerventile die oben aufgeführten Anforderungen wie beispielsweise eine Umschaltung ohne Umsteuerverluste, ein unterschiedlich großer Strömungswiderstand bzw. Volumenstrom je nach Schaltstellung, eine sehr kurze Schaltzeit und eine Betätigung mit einem geringen Aussteuervolumen trotz eines vergleichsweise geringen Herstellungsaufwandes erfüllt werden können.

[0010] Dabei ist die Ventilanordnung nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung dadurch gekennzeichnet, dass zur Zuführung des Hochdruckfluids in den Raum oberhalb des Kolbens das erste Vorsteuerventil dem auf Hochdruck befindlichen Fluid den Weg zur Hauptsteuerfläche des ersten Hauptventils freigibt, so dass dieses das auf Hochdruck befindliche Fluid dem Raum oberhalb des Kolbens zusteuert, wobei das zweite Vorsteuerventil geschlossen ist, und dass zum Entlasten des Raumes oberhalb des Kolbens das zweite Vorsteuerventil den Weg von der Hauptsteuerfläche des zweiten Hauptsteuerventils zum Niederdrucktank und damit das zweite Hauptsteuerventil den Weg von dem Raum oberhalb des Kolbens zum Niederdrucktank freigibt.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Ventilanordnung kann dahin gehen, dass zwischen den Hauptsteuerflächen der Hauptsteuerventile und dem Raum oberhalb des Kolbens der Kolben-Zylinderanordnung eine Blende mit geringem Querschnitt vorgesehen ist.

[0012] Diese Blende ist insoweit von Bedeutung, als sie im Falle einer Leckage z. B. der Vorsteuerventile den Hochdruck oder auch den Niederdruck

vor der Kolben-Zylinderanordnung aufrecht erhält, so dass eine fehlerhafte Bewegung des Kolbens bei unerwünschtem Absinken des Hochdrucks bzw. unerwünschtem Anstieg des Niederdrucks durch Leckage verhindert wird.

[0013] In besonders vorteilhafter Weise ist der Kolben des als bistabiles Ventil ausgebildeten ersten Hauptsteuerventils in seinen Endstellungen festgehalten. Dies wird in einer ersten Ausführungsform dadurch erreicht, dass der Kolben mittels einer federnen Kugelverrastung mechanisch festgehalten ist. In einer weiteren Ausgestaltung kann der Kolben mechanisch-magnetisch in seinen Endstellungen festgehalten sein. Dabei kann sich der Kolben in einem Zylinder bewegen, wobei an einem Ende des Zylinders ein Permanentmagnet und zwischen diesem Ende und dem Kolben eine Feder vorgesehen sind, und die auf den Kolben wirkende Kraft einen Nulldurchgang aufweist.

[0014] Anhand der Zeichnung, in der zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen und weitere Vorteile näher erläutert und beschrieben werden.

[0015] Es zeigen

[0016] [Fig. 1](#) eine Schaltungsanordnung eines erfindungsgemäßen Ventilsystems,

[0017] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung des zweiten Hauptventils,

[0018] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des ersten Hauptventils,

[0019] [Fig. 4](#) eine alternative Ausführungsform für das erste Hauptventil, und

[0020] [Fig. 5](#) ein Kraft-Wegdiagramm der Ausführung des Hauptventils gemäß [Fig. 4](#).

[0021] Es sei Bezug genommen auf die [Fig. 1](#).

[0022] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Ventilanordnung **10**, die zur Ansteuerung einer Kolbenzylinderanordnung **11** dient, mit der ein elektrischer Hochspannungsschalter **12** betätigt werden kann. Die Kolbenzylinderanordnung **11** besitzt einen Zylinder **13**, in dem ein Kolben **14** bewegbar ist, an dessen einer Seite eine Kolbenstange **15** angeschlossen ist, die mit einem beweglichen Kontaktstück **16** des Hochspannungsschalters **12** verbunden ist. Der Kolben **14** unterteilt den Zylinderinnenraum in einem Raum **17** oberhalb und in einen Raum **18** unterhalb des Kolbens **14**, wobei der letztere die Kolbenstange **15** aufnimmt. Da an der Kolbenfläche, die den Raum **18** unterhalb des Kolbens **14** begrenzt, die Kolben-

stange **15** anschließt und damit die Kolbenfläche um den Querschnitt der Kolbenstange **15** vermindert, ist die Kolbenfläche, die den Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** begrenzt, größer als die zum Raum **18** unterhalb des Kolbens **14** zugewandte Kolbenfläche

[0023] Zum Antrieb des Kolbens **14**, so dass dieser ausgefahren wird, wird Hydraulikfluid mittels einer Pumpe oder auf andere Weise aus einem Hochdruckbehälter **19** je nach Stellung der Ventilanordnung dem Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** und dem Raum **18** unterhalb des Kolbens **14** wie folgt zugeführt, was für den Leistungsschalter ein Einschaltvorgang ist:

An dem Hochdruckbehälter **19** schließt ein erster Leitungsabschnitt oder Leitungszug **20** an, der den Hochdruckbehälter **19** mit dem Raum **18** unterhalb des Kolbens **14** verbindet. Am ersten Leitungsabschnitt **20** schließt ein zweiter Leitungsabschnitt **21** an, der mit einem ersten Vorsteuerventil **22** verbunden ist; das Vorsteuerventil **22** ist weiterhin mit einem dritten Leitungsabschnitt **23** verbunden, der in den Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** einmündet und damit das erste Vorsteuerventil **22** mit dem Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** verbindet. An dem ersten Leitungsabschnitt **20**, und dort insbesondere an dem Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Leitungsabschnitt **20**, **21** schließt ein vierter Leitungsabschnitt **24** an, der mit der ersten Öffnung, im folgendem auch Eingangsöffnung **25** eines ersten Hauptsteuerventils **26** genannt, verbunden ist. An der zweiten Öffnung, im folgendem auch Ausgangsöffnung **27** des ersten Hauptsteuerventils **26** genannt, schließt ein fünfter Leitungsabschnitt **28** an, der mit dem dritten Leitungsabschnitt **23** an einem Knotenpunkt **29** verbunden ist. Am ersten Hauptsteuerventil **26** ist eine erste Rückführung **30** vorgesehen, die an der Eingangsöffnung **25** anschließt und an einer zweiten Steuerfläche $F_{2/26}$ angeschlossen ist. Weiterhin ist eine dritte Steuerfläche $F_{3/26}$ vorgesehen, die über eine zweite Rückführung **31** mit der Ausgangsöffnung **27** verbunden ist.

[0024] Das erste Hauptsteuerventil **26** besitzt eine erste Steuerfläche $F_{1/26}$, die so bemessen ist, dass folgende Beziehung gilt:

$$F_{1/26} = F_{2/26} + F_{3/26}.$$

[0025] Die erste Steuerfläche $F_{1/26}$ ist mit dem dritten Leitungsabschnitt **23** über einen zweiten Knotenpunkt **32** verbunden. Zwischen dem ersten Knotenpunkt **29** und dem zweiten Knotenpunkt **23** befindet sich eine Blende **33** mit geringem Querschnitt, siehe auch weiter unten.

[0026] An dem dritten Leitungsabschnitt **23** ist ein sechster Leitungsabschnitt **34** angeschlossen, in dem sich ein zweites Vorsteuerventil **35** befindet.

[0027] Der sechste Leitungsabschnitt **34** ist an einem siebten Leitungsabschnitt **36** angeschlossen, der einerseits in einen Niederdrucktank **37** und andererseits in eine erste Öffnung, im folgenden auch Eingangsöffnung **38** eines zweiten Hauptsteuerventils **39** genannt, einmündet. Die zweite Öffnung, im folgenden auch Ausgangsöffnung **40** des zweiten Hauptsteuerventils **39** genannt, ist über einen achten Leitungsabschnitt **36a** mit dem ersten Knotenpunkt **29** verbunden.

[0028] Am zweiten Knotenpunkt **32** ist eine erste Steuerfläche $F_{1/39}$ des zweiten Hauptventil **39** angeschlossen; das zweite Hauptsteuerventil **29** besitzt je eine den Steuerflächen $F_{2/26}$ und $F_{3/26}$ entsprechende zweite und dritte Steuerfläche $F_{2/39}$ und $F_{3/39}$, wobei auch hier die Regel gilt: $F_{1/39} = F_{2/39} + F_{3/39}$, wobei die auf die Steuerflächen $F_{1/39}$ bzw. $F_{2/39} + F_{3/39}$ wirkenden Drücke in entgegengesetzter Richtung auf den Kolben (siehe weiter unten) des Hauptsteuerventils **39** wirken. Wie beim ersten Hauptsteuerventil **26** ist die Eingangsöffnung **38** des zweiten Hauptsteuerventils **39** mit einer ersten Rückführung **42** und der zweiten Steuerfläche $F_{2/39}$ und die Ausgangsöffnung **40** des zweiten Hauptsteuerventils **39** mit der dritten Steuerfläche $F_{3/39}$ über eine Rückführung **43** verbunden.

[0029] Die Vorsteuerventile **22**, **35** sind elektromagnetisch angetrieben und werden mittels eines Elektromagnetsystems **44** bzw. **45** aus der in [Fig. 1](#) gezeigten Sperrstellung in die Durchlassstellung verbracht; je eine Rückstellfeder **46** und **47** stellt die Vorsteuerventile **22** und **35** wieder in die Sperrstellung.

[0030] Die Arbeitsweise der Ventilanordnung **10** ist nun wie folgt:

Die [Fig. 1](#) zeigt den Leistungsschalter **12** in Ausschaltstellung. Wenn der Leistungsschalter **12** eingeschaltet werden soll, dann wird das erste Vorsteuerventil **22** kurzzeitig in Öffnungsstellung verbracht. Dadurch gelangt Hochdruck über den Leitungszug **23** an die erste Steuerfläche $F_{1/26}$, wodurch das erste Hauptventil **26** geöffnet und der Leitungszug **24** mit dem Leitungszug **28** verbunden wird, so dass das Hochdruckfluid in den Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** befördert wird. Aufgrund der unterschiedlichen Kolbenflächen wird eine Kraft erzeugt, die den Kolben **14** und damit die Kolbenstange **15** in Pfeilrichtung P_1 bewegt, wodurch das bewegliche Kontaktstück **16** in Einschaltstellung verbracht wird. Da das erste Hauptsteuerventil **26**, wie weiter unten näher erläutert werden soll, ein bistabiles 2/2-Wegeventil ist, bleibt das erste Hauptsteuerventil **26** in Durchlassstellung. Die hydraulischen Kräfte auf den Kolben **14** sind dabei auf Grund der obigen Formel null. Über den Knotenpunkt **32** wird auch die Steuerfläche $F_{1/39}$ des zweiten Hauptsteuerventils **39** mit Hochdruck beaufschlagt, so dass das zweite Hauptsteuerventil **39** in Schließstellung bleibt.

[0031] Das Vorsteuerventil **22** geht dann in die Sperrstellung zurück aufgrund der Rückstellfeder **46**. Damit ist der Bereich zwischen dem ersten Hauptsteuerventil **26** und über den Leitungszug **41** auch zwischen den zweiten Hauptsteuerventil **39** und der Kolben-Zylinderanordnung **11** auf Hochdruck.

[0032] Bei einer Ausschalthandlung arbeitet die Ventilanordnung **10** wie folgt:

Wenn das bewegliche Kontaktstück **16** in Öffnungsstellung gehen soll, dann ist der Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** zu entlasten. Dies erfolgt dadurch, dass das zweite Vorsteuerventil **35** auf Durchlass umgesteuert wird, wodurch im Leitungszug **23** zwischen dem zweiten Vorsteuerventil **35** und der Blende **33** Niederdruck ansteht, so dass an der ersten Steuerfläche $F_{1/26}$ des ersten Hauptventil **26** ebenfalls Niederdruck ansteht. Dadurch wird das erste Hauptsteuerventil **26** (es sei hier eingefügt, daß „Hauptsteuerventil“ und „Hauptventil“ das gleiche sind) wieder zurück in Sperrstellung umgesteuert, aufgrund der durch die Steuerkräfte $F_{2/26}$ und $F_{3/26}$ auf den Kolben des ersten Hauptventils **26** erzeugten Kraft. Darüber hinaus steht an der ersten Steuerfläche $F_{1/39}$ Niederdruck an, so dass das zweite Hauptventil **39** auf Durchlass umgesteuert wird, weil einerseits zwar an der zweiten Steuerfläche $F_{2/39}$ Niederdruck ansteht, jedoch aufgrund der Rückführung **43** an der dritten Steuerfläche $F_{3/39}$ Hochdruck wirkt. Dadurch bewegt sich der Kolben (siehe weiter unten) des zweiten Hauptsteuerventils **39** in Durchlassstellung, so dass der Raum **17** oberhalb des Kolbens **14** über das zweite Hauptsteuerventil **39** entlastet wird. Dadurch bewegt sich aufgrund des im Raum **18** unterhalb des Kolbens befindlichen Hochdrucks der Kolben **14** und damit die Kolbenstange **15** in eine Pfeilrichtung, die der Pfeilrichtung P_1 entgegengesetzt ist. Damit wird eine Ausschaltung des Leistungsschalters **12** bewirkt.

[0033] Das zweite Hauptventil **39**, welches in der [Fig. 2](#) schematisch dargestellt ist, besitzt eine Zylinderkörper **50**, kurz auch Zylinder **50** genannt, in dem ein Kolben **51** hin- und herbewegbar ist, wobei der Kolben **51** eine freie Fläche **52** aufweist, die mit dem Niederdrucktank **37** in Verbindung steht und damit nicht vom Hochdruck beaufschlagt wird. In die der freien Fläche **52** entgegengesetzt liegende, in eine Vertiefung **53** des Zylinders **50** eingreifende innere Fläche **54** mündet ein Innenkanal **55** ein, dessen anderes Ende in die freie Fläche **52** einmündet, so dass auf die innere Fläche **54**, kurz auch Innenfläche **54** genannt, der Niederdruck, der an der freien Fläche **52** ansteht, einwirkt, so dass die Innenfläche **54** mit dem Tank **37** verbunden ist. Die freie Fläche **52** geht über eine Dichtkante **56** über in einen ersten Kolbenabschnitt **57**, an den eine Stufung **58** anschließt, über die der erste Kolbenabschnitt **57** mit einem zweiten Kolbenabschnitt **59** verbunden ist, dessen Außendurchmesser größer ist als der Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **57**. Über eine weitere

Stufung **60** geht der zweite Kolbenabschnitt **59** über in einen dritten Kolbenabschnitt **61**, der in die Vertiefung **53** eingreift, dessen Außendurchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser des Kolbenabschnittes **57** und an dem die Innenfläche **54** anschließt.

[0034] Im Bereich der freien Fläche **52** besitzt der Zylinderkörper **50** einen ersten Zylinderabschnitt **62**, dessen Innendurchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **57**, wobei das innere Ende des ersten Zylinderabschnittes **62** eine Anfasung **63** aufweist, die sich unter einem Winkel von etwa 45 Grad ins Innere des Zylinders **50** öffnet, so dass diese Anfasung **63** als Dichtsitz für die Dichtkante **56** dient. Am Zylinderkörper **50** ist ein zweiter Zylinderabschnitt **50a** vorgesehen, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des zweiten Kolbenabschnittes **59** entspricht, sodass der zweite Kolbenabschnitt **59** in dem zweiten Zylinderabschnitt **50a** gleitend bewegbar ist. An diesen zweiten Zylinderabschnitt **50a** schließt sich eine Stufung **50b** an, die radial verläuft und über die der zweite Zylinderabschnitt **50a** in die Vertiefung **53** übergeht.

[0035] Die beiden Flächen **52** und **54** bilden in ihrer Gesamtheit die zweite Steuerfläche $F_2/39$, wogegen die Stufung **58** die Steuerfläche $F_3/39$ bildet. Die Stufung **60** entspricht dann der ersten Steuerfläche $F_1/39$.

[0036] Der Kolben **51** steht unter dem Druck einer Schraubendruckfeder **64**, die sich in der Vertiefung **53** zwischen der inneren Fläche **54** und dem Boden der Vertiefung **53** befindet.

[0037] Im Zylinderkörper **50** befinden sich zwei Bohrungen **65** und **66**, von denen die Bohrung **65** der Ausgangsöffnung **40** entspricht, wogegen die freie Fläche **52** der Eingangsöffnung **38** zugeordnet ist. Die gezeichnete Stellung des zweiten Hauptsteuerventils **39** entspricht der Stellung, in der die Entlastung zum Tank **37** abgeschlossen ist.

[0038] Die Bohrung **66** mündet mit einer Mantellinie in die Stufung **50b** ein.

[0039] Es sei nun Bezug genommen auf die [Fig. 3](#), in der ein erstes Ausführungsbeispiel eines ersten Hauptsteuerventils **26** dargestellt ist.

[0040] Das erste Hauptsteuerventil **26** gemäß der [Fig. 3](#) besitzt einen Zylinderkörper **70**, in dem ein Kolben **71** bewegbar angeordnet ist. Der Kolben **71** besitzt eine freie Fläche **72**, an der ein erster Kolbenabschnitt **73** anschließt, der über eine erste radiale Stufung **74** in einen zweiten Kolbenabschnitt **75** übergeht und der gegenüber dem ersten Kolbenabschnitt **73** einen verringerten Durchmesser aufweist. An diesen zweiten Kolbenabschnitt **75** schließt ein dritter Kolbenabschnitt **76** an, wobei zwischen dem zweiten und

dem dritten Kolbenabschnitt **75** und **76** eine zweite radiale Stufung **77** vorgesehen ist. Die Kante zwischen der zweiten Stufung **77** und dem dritten Kolbenabschnitt **76** bildet eine Dichtkante **78**. An den dritten Kolbenabschnitt **76** schließt sich ein vierter Kolbenabschnitt **79** an, der in eine Vertiefung **80** im Zylinderkörper **70** eingreift.

[0041] Der Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **73** ist größer als der Außendurchmesser des zweiten Kolbenabschnittes **75**. Der dritte Kolbenabschnitt **76** besitzt einen Außendurchmesser, der größer ist als der Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **73**, und der Innendurchmesser der Vertiefung **80** und damit der Innendurchmesser des vierten Kolbenabschnittes **79** ist kleiner als der Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **73**. Im Inneren der Vertiefung **80** ist der Kolben **71** durch eine Innenendfläche **91** begrenzt.

[0042] Der Zylinderkörper **70** besitzt einen ersten Zylinderabschnitt **81**, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des ersten Kolbenabschnittes **73** entspricht und der über eine Stufung **82** in einen zweiten Zylinderabschnitt **83** übergeht, wobei an der Übergangsstelle zwischen dem ersten Zylinderabschnitt **81** und der Stufung **82** eine der Anfasung **63** entsprechende Anfasung **84** gebildet ist, die zusammen mit der Dichtkante **78** eine Abdichtung bildet.

[0043] An der Außenfläche des vierten Kolbenabschnittes **79** befindet sich ein radial vorspringender Vorsprung **85**, der zwei dachförmig einander zugeordnete Schrägflächen **86** und **87** aufweist. In die Vertiefung **80** mündet radial eine Sacklochbohrung **88** ein, in der eine Kugel **89** geführt ist, die von einer Schraubendruckfeder **90** dauernd gegen die Schrägflächen **86** bzw. **87** gedrückt wird.

[0044] In der Stellung, die in der [Fig. 3](#) gezeigt ist, drückt die Kugel **89** gegen die Schrägfläche **86** und verhindert auf diese Weise, dass sich der Kolben **71** in Pfeilrichtung P1 in die Vertiefung **80** hinein bewegen kann, wenn keine speziellen Kräfte auf den Kolben **71** einwirken. Wenn das erste Hauptventil **26** von dem Vorsteuerventil **22** umgesteuert wird, wirkt auf die erste Steuerfläche $F_1/26$, die der freien Fläche **72** entspricht, Hockdruck, so dass der Kolben **71** in Pfeilrichtung P1 verschoben wird, wodurch die Kugel **89** auf der Schrägfläche **86** aufläuft und ins Innere der Sacklochbohrung **88** hineingedrückt wird. Sobald die Kugel **89** die Schrägfläche **87** erreicht, wird, bei ansonsten keinen weiteren Kräften auf den Kolben **71**, die Kugel **89** den Kolben **71** festhalten, wobei sich die Kugel **89** zwischen der Schrägfläche **87** und dem dritten Kolbenabschnitt **76** befindet.

[0045] In den zweiten Kolbenabschnitt **75** und in die Innenendfläche **91** mündet ein Kanal **92**, der den Raum außerhalb des zweiten Kolbenabschnittes **75**

mit dem Innenraum der Vertiefung **80** verbindet. Dadurch herrscht an der Stufung **77** und an der Innenfläche **91** der gleiche Druck.

[0046] Der Zylinderkörper **70** besitzt eine erste radiale Bohrung **93** und eine zweite radiale Bohrung **94**, wobei die erste Bohrung **93** in den Bereich des zweiten Kolbenabschnittes **75** und die Bohrung **94** in den zweiten Zylinderabschnitt **83** einmünden. Die Stellung gemäß [Fig. 3](#) ist diejenige Stellung, die der Kolben **71** einnimmt, wenn an der ersten Steuerfläche $F_{1/26}$ = freie Fläche **72** Niederdruck ansteht. Sobald das erste Vorsteuerventil **22** in Durchlassrichtung gesteuert ist und das zweite Vorsteuerventil **35** sich in Sperrstellung befindet, wird der Kolben **71** aufgrund des an der Fläche **72** anstehenden Hochdrucks nach rechts bewegt, wodurch die Dichtungsstelle **78/84** geöffnet wird, so dass Hochdruckfluid über die Bohrung **94** strömen kann. Die Bohrung **94** entspricht dann der Eingangsöffnung **25** und die Bohrung **93** der Ausgangsöffnung **27**.

[0047] Wenn das erste Vorsteuerventil **22** umgesteuert wird, dann steht sowohl auf der Fläche $F_{1/26}$ des ersten Hauptsteuerventils **26** und der Fläche $F_{1/39}$ des zweiten Hauptsteuerventils **39** Hochdruck an. Da das Vorsteuerventil **22** nur kurzzeitig geöffnet wird, steht an den beiden ersten Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ Hochdruck an. Das zweite Vorsteuerventil **35** ist geschlossen. Wenn nun am zweiten Vorsteuerventil **35** eine Leckage auftritt, dann kann der Druck zwischen den beiden Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ abfallen, sodass unerwünschte Schalthandlungen der beiden Hauptsteuerventile **26** und **39** bewirkt werden können. Die Blende **33**, die sich zwischen den beiden Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ und dem Raum **17** oberhalb des Kolbens befindet, hat den Zweck, diesen beiden Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ Druckfluid nachzuliefern, sodass hierüber ein Ausgleich stattfinden kann.

[0048] In dem Fall, wenn das zweite Vorsteuerventil **35** kurzzeitig geöffnet wird, steht an den beiden ersten Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ Niederdruck an. Aufgrund einer Leckage im ersten Vorsteuerventil **22** könnte Hochdruck in die Leitung **23** und damit an die beiden ersten Steuerflächen $F_{1/26}$ und $F_{1/39}$ gelangen, sodass auch hierdurch, wenn die Blende **33** nicht für einen Ausgleich sorgen würde, unerwünschte Schalthandlungen bewirkt würden.

[0049] Mit anderen Worten:

Beide Stufen, nämlich die Vorsteuerventilstufe und die Hauptsteuerventilstufe sind über die Blende **33** miteinander verbunden, sodass ein Ausgleich, der zu ungewollten Schalthandlungen führt, über die Blende **33** erreicht wird.

[0050] Bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 4](#) ist das erste Hauptsteuerventil ähnlich aufgebaut wie

dasjenige gemäß [Fig. 3](#), sodass es hier die Bezugsziffer **26a** erhält. Es besitzt einen Zylinderkörper **100**, in dem ein Kolben **101** geführt ist, der mit einer Innenfläche **102** in einer Vertiefung **103** eingreift. Am Boden der Vertiefung **103** ist ein Permanentmagnet **104** angeordnet, der in einen nicht magnetisierbaren Werkstoffteil **105** eingebettet ist; zwischen der Innenfläche **102** und der freien Fläche des nicht magnetisierbaren Werkstoffteils **105** ist eine Schraubenfeder **106** angeordnet, die den Kolben **101** dauernd in Pfeilrichtung P2 zu drücken sucht. An der Innenfläche **102** ist ein axialer Fortsatz **107** angeformt, welcher dann, wenn der Kolben **101** entgegen der Pfeilrichtung P2 ins Innere der Vertiefung **103** eingedrückt ist und sich die freie Fläche des axialen Fortsatzes **107** gegen die freie Fläche des nichtmagnetisierbaren Werkstoffteils **105** anlegt, von den Permanentmagneten **104** entgegen dem Druck der Feder **106** dauernd angezogen ist. Sobald aufgrund der hydraulischen Druckkräfte der Kolben **101** in Pfeilrichtung P2 gedrückt wird, überwiegt die Kraft der Druckfeder **106** in Pfeilrichtung P2, wodurch insgesamt ein stabiles Ventil erzeugt wird. Im übrigen ist das Hauptventil **26a** gleich aufgebaut wie das Hauptventil **26**, ohne die Verrastung.

[0051] Die [Fig. 5](#) zeigt die entsprechenden Kraftverhältnisse. Über den Weg S, den der Kolben zurücklegt, ist die Kraft aufgetragen, wobei die Federkraft von ihrem maximalen Wert F_{Federmax} bei Bewegung des Kolbens nach links in Richtung P2 linear abnimmt, wogegen die Magnetkraft F_{Magnet} von einem Maximalwert, wenn sich der Kolben **101** in der Stellung befindet, in der die Federkraft maximal ist, in nichtlinearer Weise gegen Null geht, wenn sich der Kolben **101** von dem Permanentmagnet **104** entfernt. Die resultierende Kraft F_{gesamt} besitzt einen Nulldurchgang N. Links des Nulldurchgangs, also wenn der Abstand zwischen dem Kolben und dem Permanentmagneten klein ist, überwiegt die Anziehungskraft des Permanentmagneten und rechts vom Nulldurchgang, wenn die Magnetkraft kleiner wird, überwiegt die Kraft der Feder, so dass die resultierende Kurve F_{gesamt} gebildet wird.

[0052] Festzuhalten ist, dass der Zylinderkörper **100** ebenso wie der bewegliche Kolben **101** aus ferromagnetischem Werkstoff hergestellt wird, wogegen die Einbettungsmasse **105** als nicht magnetisierbares Werkstoffteil ausgebildet sein muss.

Bezugszeichenliste

10	Ventilanordnung
11	Kolben-Zylinderanordnung
12	Hochspannungs-Leistungsschalter
13	Zylinder
14	Kolben
15	Kolbenstange
16	bewegliches Kontaktstück

17	Raum oberhalb des Kolbens	83	zweiter Zylinderabschnitt
18	Raum unterhalb des Kolbens	84	Anfassung
19	Hochdruckbehälter	85	Vorsprung
20	erster Leitungsabschnitt, Leiterzug	87	Schrägfläche
21	zweiter Leitungsabschnitt, Leiterzug	88	Sacklochbohrung
22	erstes Vorsteuerventil	89	Kugel
23	dritter Leitungsabschnitt	90	Schraubenfeder
24	vierter Leitungsabschnitt	91	Innenfläche
25	Eingangsöffnung	92	Kabel
26	erstes Hauptsteuerventil	93	erste Bohrung
26a	erstes Hauptsteuerventil	94	zweite Bohrung
27	Ausgangsöffnung	100	Zylinderkörper
28	fünfter Leitungsabschnitt	101	Kolben
29	Knotenpunkt	102	Innenfläche
30	erste Rückteilung	104	Permanentmagnet
31	zweite Rückteilung	105	Werkstoffteil
32	zweiter Knotenpunkt	106	Schraubenfeder
33	Blende	107	Vorsprung
34	sechster Leitungsabschnitt		
35	zweites Vorsteuerventil		
36	siebter Leitungsabschnitt		
37	Niederdrucktank		
38	Eingangsöffnung		
39	zweites Hauptsteuerventil		
40	Ausgangsöffnung		
41	achter Leitungsabschnitt		
42	erste Rückteilung		
43	zweite Rückteilung		
44	Elektromagnetsystem		
45	Elektromagnetsystem		
46	Rückstellfeder		
47	Rückstellfeder		
50	Zylinderkörper		
51	Kolben		
52	freie Fläche		
53	Vertiefung		
54	innere Fläche		
55	Innenkanal		
56	Dichtleuchte		
57	erster Kolbenabschnitt		
58	Stufung		
59	zweiter Kolbenabschnitt		
60	weitere Stufung		
61	dritter Kolbenabschnitt		
62	erster Zylinderabschnitt		
63	Anfassung		
64	Schraubendruckfeder		
70	Zylinderkörper		
71	Kolben		
72	freie Fläche		
73	erster Kolbenabschnitt		
74	erste Stufung		
75	zweiter Kolbenabschnitt		
76	dritter Kolbenabschnitt		
77	zweite Stufung		
78	Dichtkante		
79	vierter Kolbenabschnitt		
80	Vertiefung		
81	erster Zylinderabschnitt		
82	Stufung		

Patentansprüche

1. Ventilanordnung zur Betätigung des Kolbens (14) einer Kolben-Zylinderanordnung (11) für eine hydraulische oder fluidische Vorrichtung, insbesondere für die Betätigung der Kolben-Zylinderanordnung zur Betätigung des beweglichen Kontaktstückes (16) eines Hochspannungsleistungsschalters (12), mit einer Hauptsteuerventilanordnung, die zwei 2/2-Wegeventile (26, 26a; 39) umfasst, die von einer Vorsteuerventilanordnung (22, 35) ansteuerbar sind und einen Weg für das unter Hochdruck stehende Fluid dem Raum (17) oberhalb des Kolbens (14) zu-steuert und diesen Raum mit einem Niederdrucktank (37) zur Entlastung des Raumes (17) oberhalb des Kolbens (14) verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hauptsteuerventilanordnung (26, 26a; 39) zwei die Vorsteuerventilanordnung bildende 2/2-Wegeventile (22, 35) zugeordnet sind, dergestalt, dass die 2/2-Wegeventile an die Hauptsteuerventilanordnung (26, 26a; 39) entweder einen Steuerdruck, der sich auf Hochdruck befindet, oder einen Steuerdruck, der sich auf Niederdruck befindet, zusteuern oder liefern und dass zur Zuführung des unter Hochdruck stehenden Fluids in den Raum (17) oberhalb des Kolbens (14) das erste Vorsteuerventil (22) dem unter Hochdruck befindlichen Fluid den Weg zur Hauptsteuerfläche (F₁/26) des ersten Hauptsteuerventils (26, 26a) freigibt, so dass dieses das auf Hochdruck befindliche Fluid dem Raum (17) oberhalb des Kolbens (14) zusteuert, wobei das zweite Vorsteuerventil (35) geschlossen ist, und dass zum Entlasten des Raumes (17) oberhalb des Kolbens (14) das zweite Vorsteuerventil (35) den Weg von der Hauptsteuerfläche (F₁/39) des zweiten Hauptsteuerventils (39) zum Niederdrucktank (37) und damit das zweite Hauptsteuerventil (39) den Weg vom dem Raum (17) oberhalb des Kolbens (14) zum Niederdrucktank (37) freigibt.

2. Ventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Hauptsteuerflächen ($F_1/26$; $F_1/39$) der Hauptsteuerventile (**26**, **26a**; **39**) und dem Raum (**17**) oberhalb des Kolbens (**14**) der Kolben-Zylinderanordnung (**11**) eine Blende (**33**) mit geringem Querschnitt vorgesehen ist.

3. Ventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (**73**, **101**) des als bistabiles Ventil ausgebildeten ersten Hauptsteuerventils (**26**, **26a**) in seinen Endstellungen festgehalten ist.

4. Ventilanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (**73**) mittels einer federnden Kugelverrastung (**86**, **87**; **89**, **90**) mechanisch festgehalten ist.

5. Ventilanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (**101**) mechanisch-magnetisch in seinen Endstellungen festgehalten ist.

6. Ventilanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Kolben (**101**) in einem Zylinder (**100**) bewegt, wobei an einem Ende des Zylinders (**100**) ein Permanentmagnet (**104**) und zwischen diesem Ende und dem Kolben (**101**) eine Feder (**106**) vorgesehen sind und dass die auf den Kolben wirkende Kraft (F_{gesamt}) einen Nulldurchgang aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

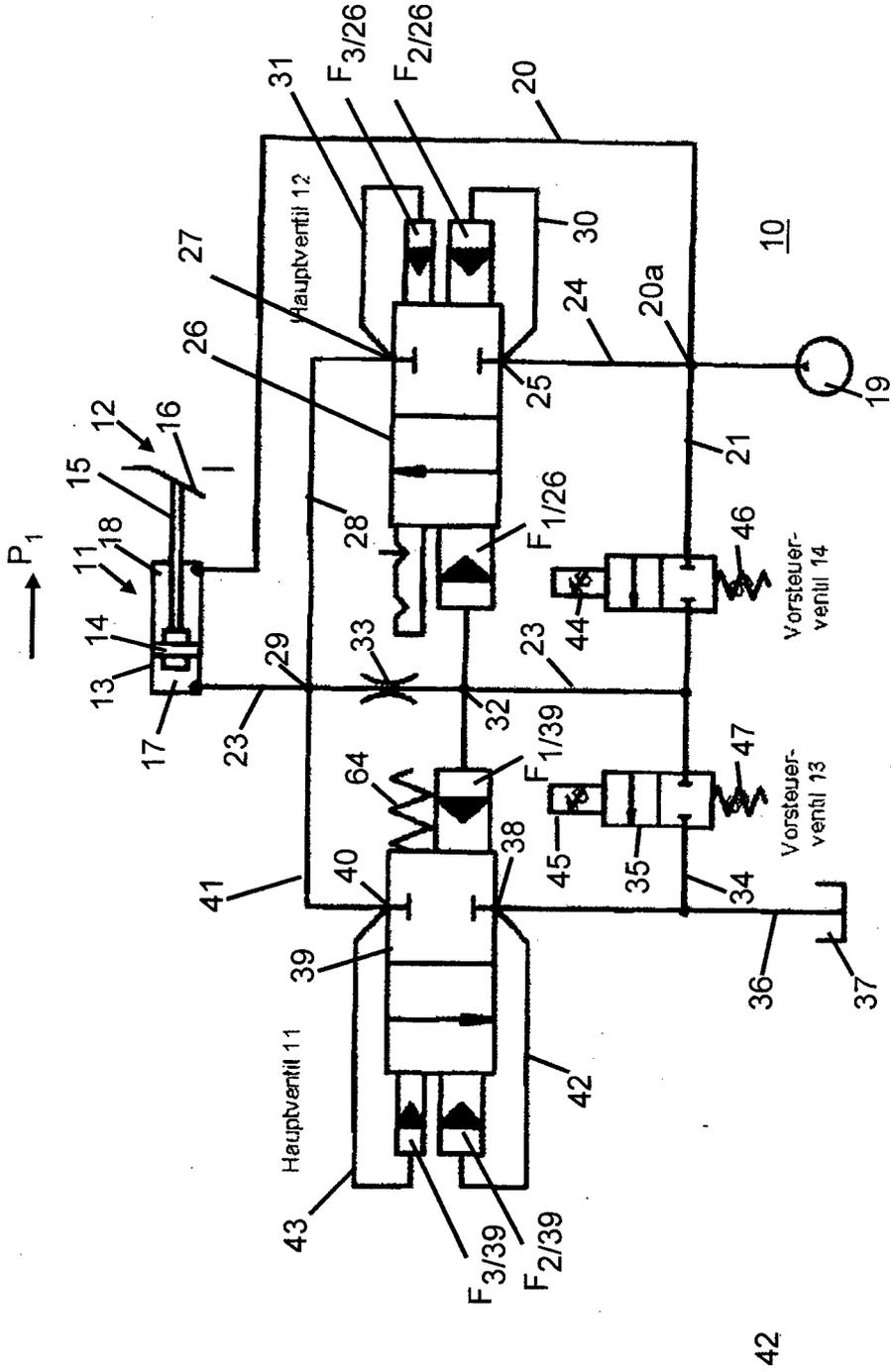


Fig. 1

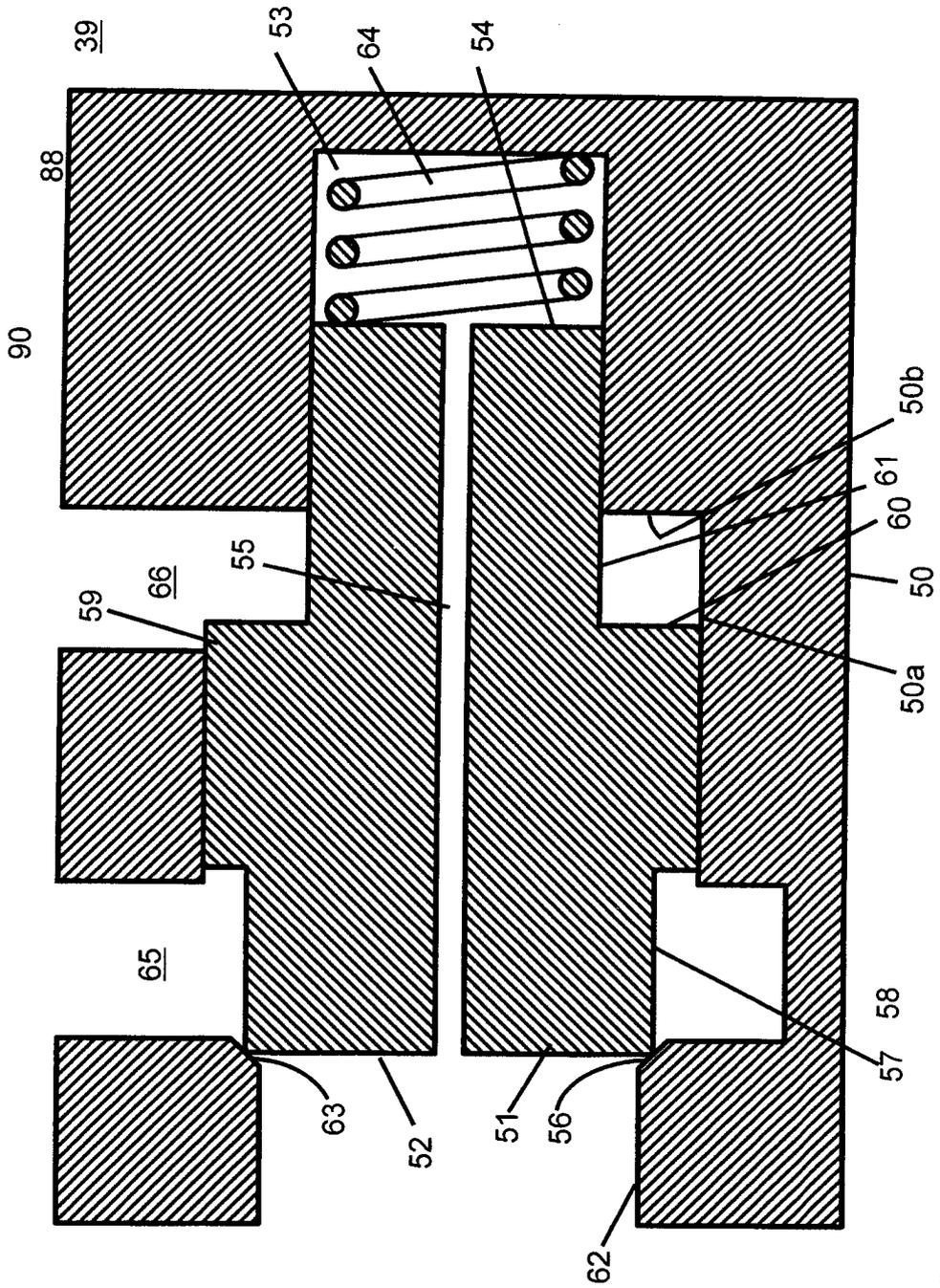


Fig. 2

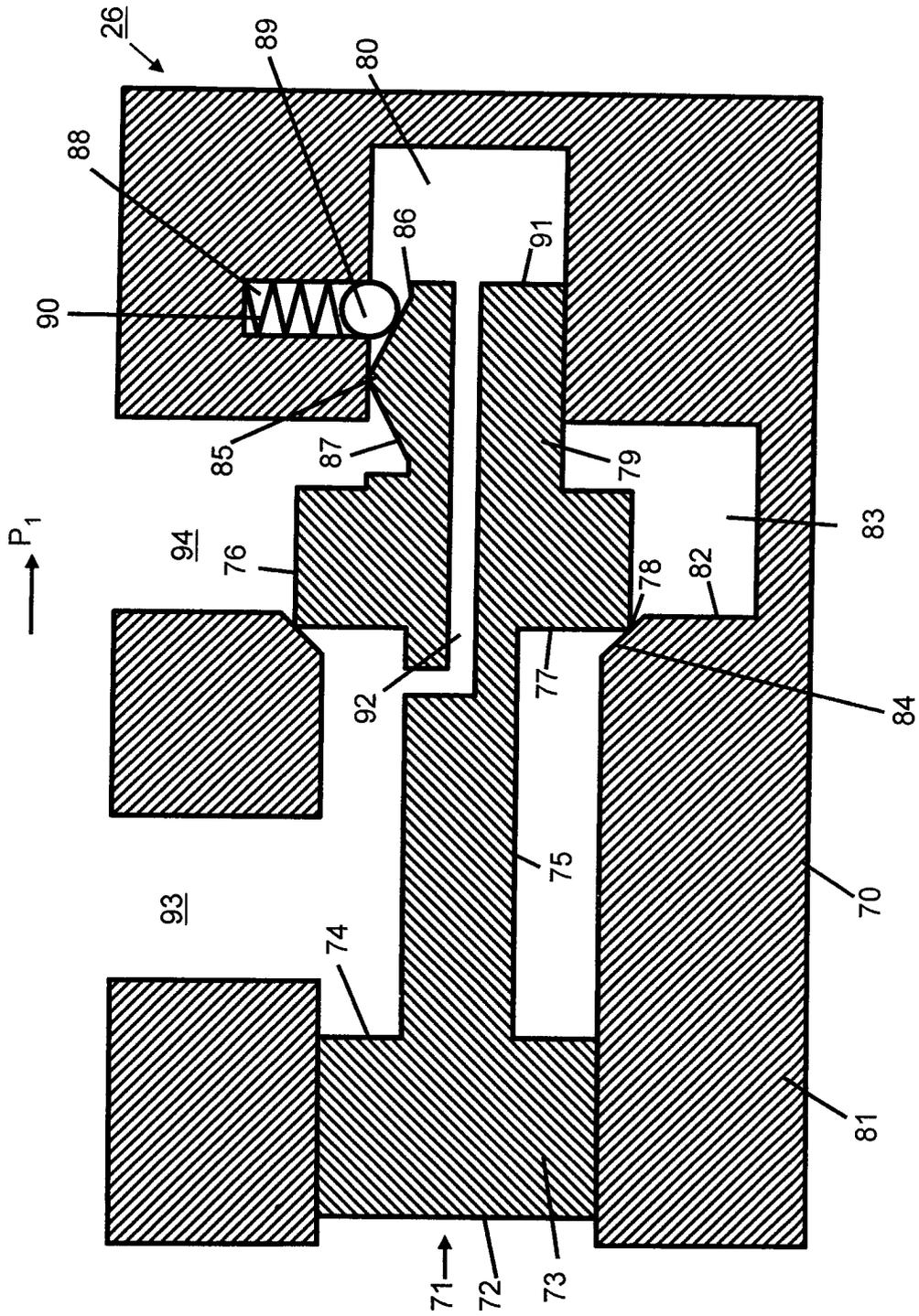


Fig. 3

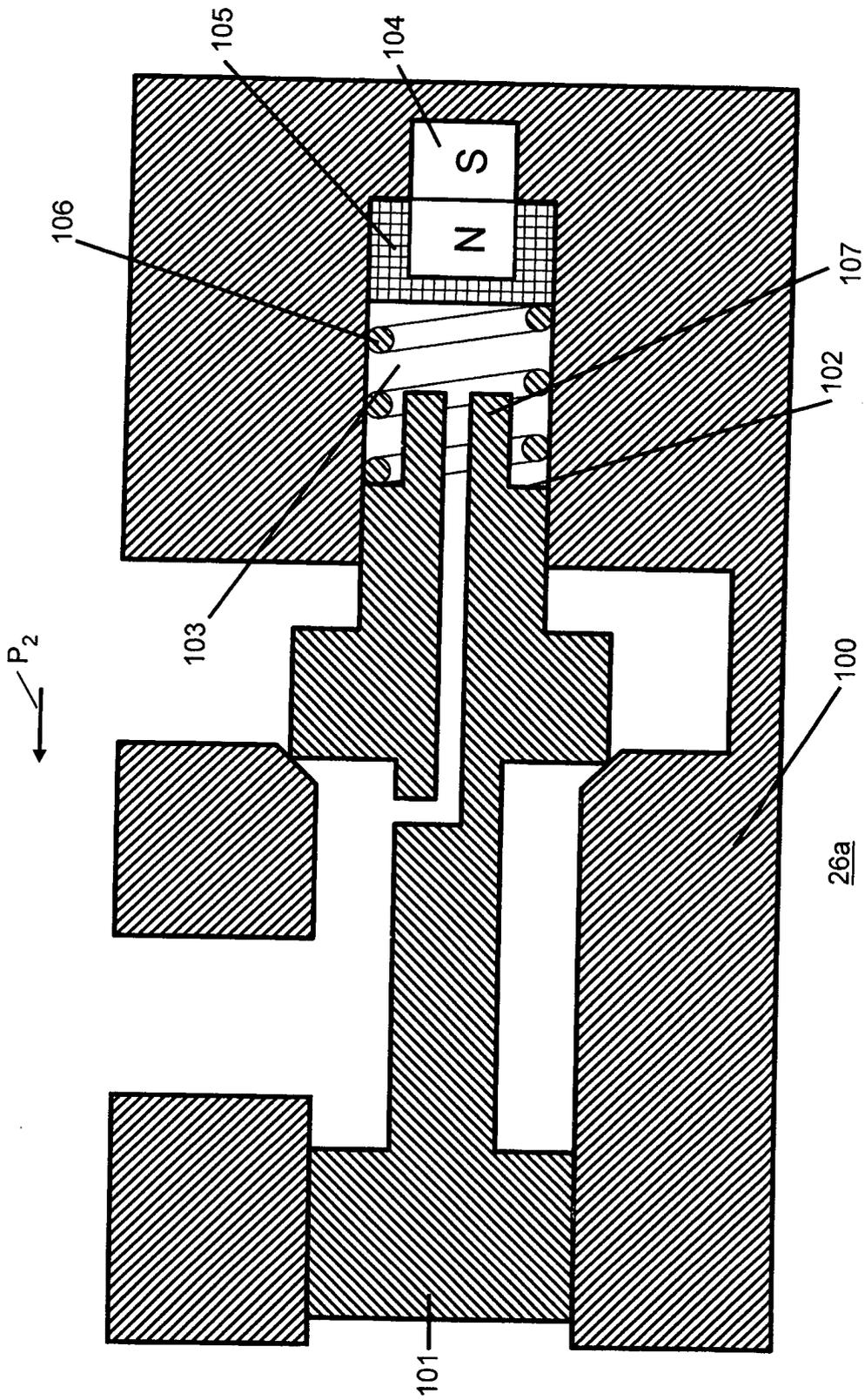


Fig. 4

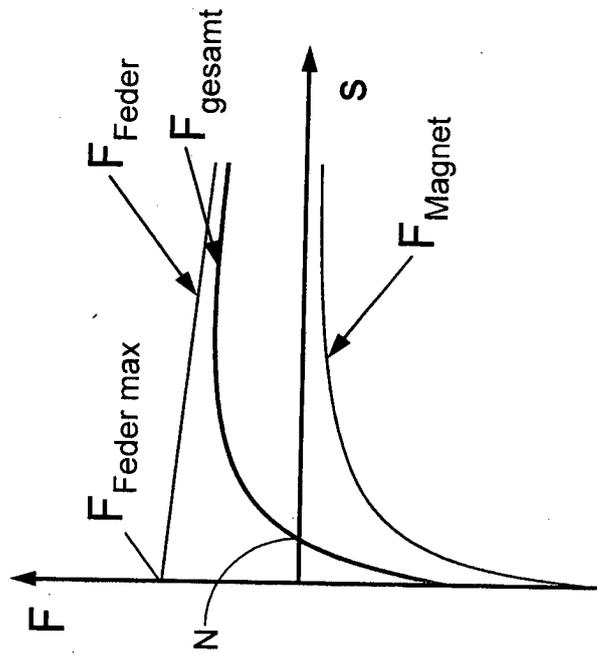


Fig. 5